

PUBLICATION NUMBER : 10056203  
PUBLICATION DATE : 24-02-98

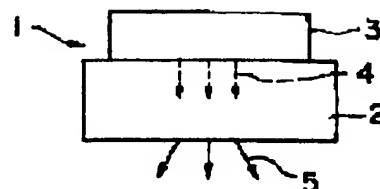
APPLICATION DATE : 07-08-96  
APPLICATION NUMBER : 08208682

APPLICANT : NIPPON SANSO KK;

INVENTOR : AKUTSU NAKAO;

INT.CL. : H01L 33/00 H01S 3/18

TITLE : LIGHT EMITTING ELEMENT



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To emit a visible light of each wavelength without altering the structure of a semiconductor light emitting element itself or the composition of a conductor by forming a semiconductor light emitting element for receiving light on a substrate and composing the substrate of such a material as to emit visible light converting the wavelength of the light emitted without changing the semiconductor light emitting element structure of its components.

**SOLUTION:** The light emitting element 1 comprises a substrate 2, and a semiconductor light emitting element 3 formed thereon. The light emitting element 1 is composed of such a material as a light emitted from the semiconductor light emitting element 3 transmits through the substrate 2 with the wavelength being converted. The substrate 2 employs a transparent hard substrate doped with such an element as emitting light of red, green or blue upon receiving ultraviolet rays from the semiconductor light emitting element 3. Consequently, the light emitting element 1 is applicable, as a semiconductor light emitting element 3, to any of EL elements, LEDs and LDs including EL elements and LEDs emitting ultraviolet rays.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

特開平10-56203

(43)公開日 平成10年(1998) 2月24日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 33/00			H 0 1 L 33/00	C
H 0 1 S 3/18			H 0 1 S 3/18	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-208682

(22)出願日 平成8年(1996)8月7日

(71)出願人 000231235

日本酸素株式会社

東京都港区西新橋1丁目16番7号

(72)発明者 松本 功

茨城県つくば市大久保10 日本酸素株式会  
社内

(72)発明者 阿久津 仲男

茨城県つくば市大久保10 日本酸素株式会  
社内

(74)代理人 弁理士 志賀 正武 (外2名)

(54)【発明の名称】 発光素子

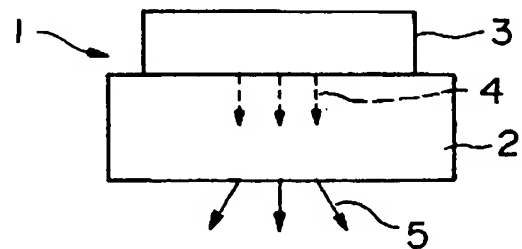
(57)【要約】

【課題】 製造が容易であり、半導体発光素子自体の構造や半導体組成を変更することなく種々の波長の可視光を出射可能であり、かつ紫外光を発する半導体発光素子を用いて可視光を出射可能な発光素子の提供。

【解決手段】 基板2上に、該基板に光を入射する半導体発光素子3が形成され、該基板が、該半導体発光素子から発せられた光4の波長を変換して可視光5を出射する材料からなる発光素子3である。

PTO 2002-2602

S.T.I.C. Translations Branch



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、該基板に光を入射する半導体発光素子が形成され、該基板が、該半導体発光素子から発せられた光の波長を変換して可視光を出射する材料からなる発光素子。

【請求項2】 前記基板が、少なくとも1種の遷移元素を添加したサファイア、少なくとも1種の遷移元素を添加したYAGまたはGGG、少なくとも1種の遷移元素を添加したベリル、少なくとも1種の遷移元素を添加した炭化ケイ素、少なくとも1種の遷移元素を添加したスピネル、少なくとも1種の遷移元素を添加したLiYF<sub>4</sub>、少なくとも1種の遷移元素を添加したマグネシア、遷移元素添加ガラスからなる群より選択される少なくとも1種であることを特徴とする請求項1記載の発光素子。

【請求項3】 前記基板が、Cr、Fe、Ti、V、Cu、希土類元素からなる群より選択される少なくとも1種の元素を含むサファイア基板であることを特徴とする請求項2記載の発光素子。

【請求項4】 前記基板が、前記半導体発光素子から発せられた光によって、少なくとも赤、緑及び青のいずれかの色を発光する部分を備えたことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の発光素子。

【請求項5】 同一基板に、前記半導体発光素子と該半導体発光素子から発せられた光によって赤、緑及び青のいずれかの色を発光する基板部分とからなる発光ユニットを多数形成してなることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の発光素子。

【請求項6】 前記半導体発光素子が、EL素子、発光ダイオード及び半導体レーザからなる群より選択される1種であることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項記載の発光素子。

【請求項7】 前記半導体発光素子が、紫外光を発するEL素子または発光ダイオードであることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項記載の発光素子。

【請求項8】 前記半導体発光素子が、Ga<sub>x</sub>N、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N（ただし、 $x \leq 0.4$ ）、In<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>N（ただし、 $y \leq 0.1$ ）、ZnS、ダイヤモンドよりなる群から選択される1種からなる発光層を備えた発光ダイオードであることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項記載の発光素子。

【請求項9】 前記基板の前記半導体発光素子と反対側の面に、反射層を設けたことを特徴とする請求項1から8のいずれか1項記載の発光素子。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信用光源や表示装置の光源として使用されるEL素子、発光ダイオード及び半導体レーザなどの発光素子に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】従来、光通信用光源や表示装置の光源として、EL素子、発光ダイオード（LED）及び半導体レーザ（LD）のような半導体発光素子が開発され、その一部は既に実用化されている。近年では、窒化ガリウム（Ga<sub>2</sub>N）系の高輝度青色発光ダイオードが開発され、赤、緑、青の各色の発光ダイオードによるフルカラー表示装置の製造も可能となっている。この窒化ガリウム系の青色発光ダイオードは、透明なサファイア（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）を基板とし、この基板上に、Ga<sub>2</sub>N（又はAlN）バッファ層、n型Ga<sub>2</sub>N層、n型AlGa<sub>2</sub>N層、ZnドープInGa<sub>2</sub>N層（発光層）、p型AlGa<sub>2</sub>N層、p型Ga<sub>2</sub>N層を順に積層形成し、前記n型Ga<sub>2</sub>N層とp型Ga<sub>2</sub>N層にそれぞれ電極を形成して構成されている。そして、各電極間に電流を流すと、基板側から高輝度の青色光が出射するようになっている。

【0003】この種の半導体発光素子にあっては、得られる光の波長が発光層の半導体の種類や組成により決定され、一般に必要な波長の光を得るためには、

①バンドギャップが発光波長に見合った半導体を活性層に用いる、

②半導体の不純物発光センターとして必要な波長に見合った遷移過程を有する元素をドーピングすること、によって行っている。上述した青色発光ダイオードではInを含むGa窒化物（In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N）を発光層として用いており、この場合、インジウム（In）の濃度を変えることによって色々な波長の発光を得る方法がとられている。例えば、青色の発光を得るには、In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>NのXを0.2程度、緑色の発光を得るにはXを0.4程度のIn濃度に調整される。また、EL素子では、ZnSなどの半導体に種々の元素を添加した発光層材料を用いており、例えば赤色にはZnS:Sm、緑色にはZnS:Tb、青色にはSrS:Ceなどが用いられている。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したように従来の発光素子は、所望の波長（色）の発光を得るために半導体組成（ドーパント濃度）を精密に調整して製造する必要があり、製造上種々の困難が伴い、それによってコストが高くなり、製造歩留りが悪化するなどの問題があった。

【0005】例えば、上述した青色発光ダイオードにあっては、発光層にIn<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Nを用いているが、一般にInを含む半導体膜の形成は非常に困難である。さらにInは膜中に取り込まれ難く、比較的高濃度のInを含むIn<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Nを作製するためには非常に多量のIn気相源を使用せねばならなかった。すなわち、この種の発光ダイオードはMOCVD（有機金属化学気相成長）法を用いて各層を積層形成するが、In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N層を形成する場合、In気相源、例えばトリメチルインジウムが多量に必要となる。同時に、高い窒素分圧が要

求されるため、窒素原料であるアンモニアも大量に必要となる。また、インジウム濃度は成長速度に影響されやすく、基板、特に8インチ以上の大面積基板面に均一に $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ を成長させるのは困難である。

【0006】また、従来の発光素子は、カラー表示を行うために必要な赤、緑、青の各色の発光素子を、それぞれ異なる半導体を用いて形成しているため、それぞれの発光素子の出力や輝度が異なり、それらを並べてフルカラー表示をする場合に各色のバランスが悪くなる問題があった。

【0007】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、製造が容易であり、半導体発光素子自体の構造や半導体組成を変更することなく種々の波長の可視光を出射可能であり、かつ紫外波長域の光を発する半導体発光素子を用いて可視光を出射可能な発光素子の提供を課題としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係る発明は、基板上に、該基板に光を入射する半導体発光素子が形成され、該基板が、該半導体発光素子から発せられた光の波長を変換して可視光を出射する材料からなる発光素子である。請求項2に係る発明は、基板が、少なくとも1種の遷移元素を添加したサファイア、少なくとも1種の遷移元素を添加したYAGまたはGGG、少なくとも1種の遷移元素を添加したベリル、少なくとも1種の遷移元素を添加した炭化ケイ素、少なくとも1種の遷移元素を添加したスピネル、少なくとも1種の遷移元素を添加した $\text{LiYF}_4$ 、少なくとも1種の遷移元素を添加したマグネシア、遷移元素添加ガラスからなる群より選択される少なくとも1種であることを特徴とする請求項1記載の発光素子である。請求項3に係る発明は、基板が、Cr、Fe、Ti、V、Cu、希土類元素からなる群より選択される少なくとも1種の元素を含むアルミナ基板であることを特徴とする請求項2記載の発光素子である。請求項4に係る発明は、基板が、半導体発光素子から発せられた光によって、少なくとも赤、緑及び青のいずれかの色を発光する部分を備えたことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の発光素子である。請求項5に係る発明は、同一基板に、半導体発光素子と該半導体発光素子から発せられた光によって赤、緑及び青のいずれかの色を発光する基板部分とからなる発光ユニットを多数形成してなることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の発光素子である。請求項6に係る発明は、半導体発光素子が、EL素子、発光ダイオード及び半導体レーザからなる群より選択される1種であることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項記載の発光素子である。請求項7に係る発明は、半導体発光素子が、紫外光を発するEL素子または発光ダイオードであることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項記載の発光素子である。請求項8に係る発明は、

半導体発光素子が、 $\text{GaN}$ 、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ （ただし、 $x \leq 0.4$ ）、 $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ （ただし、 $y \leq 0.1$ ）、 $\text{ZnS}$ 、ダイヤモンドよりなる群から選択される1種からなる発光層を備えた発光ダイオードであることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項記載の発光素子である。請求項9に係る発明は、基板の半導体発光素子と反対側の面に、反射層を設けたことを特徴とする請求項1から8のいずれか1項記載の発光素子である。

【0009】

【発明の実施の形態】図1は本発明による発光素子の概略構成を示すものであり、この発光素子1は基板2と、この基板2上に形成された半導体発光素子3とから構成されている。この発光素子1は、半導体発光素子3から発した光が基板2を透過して出射し、該基板2が半導体発光素子3から発せられた光の波長を変換して出射する材料からなることを特徴としている。

【0010】この基板2としては、半導体発光素子3で発する紫外光（波長250～410nm）の光を受けて、赤、緑または青の何れかの色の光を発する元素（発光センター元素）がドーパされた透明硬質基板が用いられる。基板2のベースとなる材料は、紫外光および可視光に透明な硬質材料、例えば単結晶アルミナ（サファイア）、安定化ジルコニア、イットリウム-アルミニウム-ガーネット（YAG）やガドリニウム-ガリウム-ガーネット（GGG）などのガーネット、炭化ケイ素、スピネル（ $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ）、 $\text{LiYF}_4$ 、マグネシア、トパーズ、ベリル、フッ化マグネシウムなどのフッ化物単結晶、チタン酸バリウムなどのチタン酸化合物単結晶、石英ガラス、ガラスなどの透明セラミック及びガラス類が使用可能であり、その中でも半導体発光素子3との接合性に優れ、耐熱性にも優れた単結晶アルミナ（サファイア）、ガーネット、炭化ケイ素、スピネル、 $\text{LiYF}_4$ 、マグネシア、ベリル、ジルコニア、ガラスが特に好適に用いられる。これら基板ベース材料に添加される発光センター元素は、前記ベース中に均一に分散された状態で半導体発光素子3から発する紫外光により赤、緑または青の何れかの色の光を発する元素、例えばCr、Ti、Fe、V、Cu、希土類元素（Sc、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu）、Yなどの遷移元素から選択される1種または2種以上である。この発光センター元素の添加量は、所望の出射光の輝度が得られるように正確に添加することが望ましい。以上の条件に関して本発明に好適な基板2を例示すれば、Crなどの遷移元素を添加したサファイア、Ndなどの希土類を添加したYAGまたはGGG、遷移元素を添加したベリル、遷移元素を添加した炭化ケイ素、遷移元素を添加したスピネル、遷移元素を添加した $\text{LiYF}_4$ 、遷移元素を添加したマグネシア、遷移元素添加ガラスなどである。

【0011】前記半導体発光素子3としては、EL素子、発光ダイオード（以下、LEDという）、半導体レーザー（LD）のいずれかを用いることができ、特に紫外光（波長250～410nm）を発する発光素子であっても使用可能である。このような紫外光を発する半導体発光素子としては、例えばZnS半導体を発光層としたEL素子（波長約326nm発光）、GaNを発光層としたLED（波長約365nm発光）、 $Al_xGa_{1-x}N$ （ただし、 $x \leq 0.4$ ）を発光層としたLED（波長約275～365nm発光）、 $In_yGa_{1-y}N$ （ただし、 $y \leq 0.1$ ）を発光層としたLED（波長約365～394nm発光）、半導体特性を持つダイヤモンドを発光層としたLED（波長約410nm発光）が挙げられる。

【0012】この発光素子1は、半導体発光素子3に電流を流して発光させ、紫外光4が基板2を通して出射される際に、基板2に含まれる発光センターによって波長が変換され、該紫外光4は赤、緑、青の何れかの色の可視光5となって基板2の反対面や側面から出射される。

【0013】この発光素子1は、前記構成としたことにより、半導体発光素子3が可視光ではなく、従来は実用に供し得なかった紫外光を発するものであっても使用可能となり、高輝度の可視光を出射可能である。従って、所望の波長の光を得るために発光層のドーパ元素量を極めて精密に調整して発光素子を製造する必要がなくなり、製造が容易な半導体発光素子3を用いることによって、発光素子1の製造コストの削減と歩留りの向上を図ることができる。また、この発光素子1では、同じ構造の半導体発光素子3を用い、基板2の発光センター元素を代えることで赤、緑、青の何れかの色の可視光5を発する発光素子1を得ることができ、赤、緑、青の各色の発光素子を同じ製造プロセスによって容易に製造できるとともに、赤、緑、青の各色の発光素子の発光出力や輝度の調整が容易にでき、これら各色の発光素子を多数配置してカラー表示を行う場合に、各色のバランスが良好な高品質の画像を表示可能な表示装置を得ることができる。

【0014】さらにこの発光素子1において、基板2として、少なくとも1種の遷移元素を添加したサファイア、少なくとも1種の遷移元素を添加したYAGまたはGGG、少なくとも1種の遷移元素を添加したベリル、少なくとも1種の遷移元素を添加した炭化ケイ素、少なくとも1種の遷移元素を添加したスピネル、少なくとも1種の遷移元素を添加した $LiYF_4$ 、少なくとも1種の遷移元素を添加したマグネシア、遷移元素添加ガラスからなる群より選択される少なくとも1種を用いることによって、半導体発光素子3を基板2上にMOCVD法などで形成しかつ熱処理を行うことが可能となり、またこれら材料は、紫外光4および可視光5の透過率が高いので、紫外光4から可視光5の変換時の損失を少なくすることができる。また、基板2として、Cr、Fe、T

i、V、Cu、希土類元素からなる群より選択される少なくとも1種の元素を含むサファイア基板を用いることによって、この基板2上に、 $GaN$ 、 $Al_xGa_{1-x}N$ （ただし、 $x \leq 0.4$ ）、 $In_yGa_{1-y}N$ （ただし、 $y \leq 0.1$ ）、ZnS、ダイヤモンドなどの発光層を備えた半導体発光素子3を良好な状態で形成可能である。また、発光素子1が、半導体発光素子3から発せられた光によって、少なくとも赤、緑及び青のいずれかの色を発光する部分を設けたことによって、カラー表示用発光素子として使用可能となる。また、この発光素子1を人体に有害な紫外光を放出している発光素子に動作モニター用パイロットランプとしての応用も可能となる。さらに、同一基板に、前記半導体発光素子と該半導体発光素子から発せられた光によって赤、緑及び青のいずれかの色を発光する基板部分とからなる発光ユニットを多数形成することによって、カラー表示用ディスプレイを構成することが可能である。

【0015】本発明の発光素子1は、半導体発光素子3として、EL素子、LED、LDのいずれにも適用することができる。また、本発明の発光素子1は、半導体発光素子3として、紫外光を発するEL素子やLEDを使用することができる。また、本発明の発光素子1は、半導体発光素子3として、 $GaN$ 、 $Al_xGa_{1-x}N$ （ただし、 $x \leq 0.4$ ）、 $In_yGa_{1-y}N$ （ただし、 $y \leq 0.1$ ）、ZnS、ダイヤモンドよりなる群から選択される1種からなる活性層を備えた発光ダイオードを使用することができる。

【0016】また、本発明の発光素子1において、基板2の半導体発光素子3と反対側の面に、反射層を設けた構成として良く、このような反射層を設けることによって、基板2から出射される可視光5を基板2側面のみから出射させることができる。

【0017】以下、本発明の発光素子1をより具体的に説明する。図2は本発明の発光素子の第1の実施形態を示すものであり、この発光素子10は基板11上にEL素子部12を備えている。EL素子部12は、基板11上に、透明電極層13、第1の絶縁層14、半導体層15、第2の絶縁層16及び金属電極層17を順に積層形成した構成になっている。

【0018】この基板11としては、赤、緑または青の何れかの色の光を発する遷移元素（発光センター）がドーパされた透明硬質基板であれば良い。透明電極層13は、ITO（インジウム-スズ酸化物）など周知の透明電極材料を用いて形成して良い。第1、第2の絶縁層14、16は、高絶縁破壊強度と高透電率を有する透明な材料、例えば $Y_2O_3$ 、 $Si_3N_4$ 、 $Ta_2O_5$ などが用いられ、これらを単独で或いは複数種組み合わせて使用して良い。また、金属電極層17の材料は、導電率の高い金属であれば特に限定されず、例えばAu、Ag、Cu、Al、Niなどが使用される。EL素子部12の発光層

となる半導体層15の材料はZnSを使用して良い。ZnS半導体からなる半導体層15は波長約326nmの紫外光18を発する。

【0019】この発光素子10は、透明電極層13と、最上層の金属電極層17との間に電流(AC又はDC)を流すことによって、半導体層15から波長約326nmの紫外光18が発せられ、この紫外光18が基板11を透過する際に、基板11に含まれる遷移元素(発光センター)により赤、緑または青の何れかの色の可視光19に変えられ、基板11の反対面および側面から出射する。

【0020】この発光素子10は、種々の色の可視光を出射する面発光光源素子として各種の表示装置に使用可能であり、さらに、同じ基板11に、EL素子部12と赤、緑及び青のいずれかの色を発光する基板部分とからなる発光ユニットを多数形成することによって、カラー表示用ディスプレイを構成することが可能である。

【0021】図3は本発明の発光素子の第2の実施形態を示すものであり、この発光素子20は基板21と該基板21上に形成されたLED部22とからなっている。この基板21は、赤、緑または青の何れかの色の光を発する遷移元素(発光センター)がドーパされた透明硬質基板が用いられ、特にCr、Fe、Ti、V、Cu、希土類元素からなる群より選択される少なくとも1種の元素を含むサファイア基板、ベリル基板、ガーネット基板などの単結晶基板が好適である。この種の発光センター添加単結晶基板21を用いることによって、GaNを発光層としたLED(波長約365nm発光)、 $Al_xGa_{1-x}N$ (ただし、 $x \leq 0.4$ )を発光層としたLED(波長約275~365nm発光)、 $In_yGa_{1-y}N$ (ただし、 $y \leq 0.1$ )を発光層としたLED(波長約365~394nm発光)の形成が容易になる。また、これらの発光センター添加単結晶基板21によれば、LED部22から発せられる紫外光を効率良く可視光に変換することができる。赤、緑、青の発光に好適な基板材料を例示すれば、Cr添加サファイア(赤)、Ce添加サファイア(青)、CrまたはV添加ベリル(緑)などである。

【0022】LED部22は、例えば、基板21上に、GaNまたはAlNからなるバッファ層23、n型GaN層24、n型AlGaN層25、p型GaN層(発光層)26、p型AlGaN層27、p型GaN層28、p金属電極29を順に積層形成し、かつn型GaN層24の一部を露出させてその上にn金属電極29を形成した、いわゆるダブルヘテロ構造になっている。なお、LED部22の構造はこれに限定されることなく、発光層となるp型GaN層24に代えて、p型 $Al_xGa_{1-x}N$ (ただし、 $x \leq 0.4$ )やIn低濃度のInGaNを用いたダブルヘテロ構造やダイヤモンドを発光層として用いた構造としても良い。このダブルヘテロ構造のLED

部22はMOCVD法を用いて作製して良い。

【0023】この発光素子20は、p金属電極29とn金属電極30との間に電流を流すことでLED部22から紫外光32が基板21側に発せられる。この紫外光32の波長は、p型GaN層26を発光層として用いた場合には中心波長が約365nmであり、 $Al_xGa_{1-x}N$ を発光層として用いた場合には中心波長が約275~365nmである。この紫外光32は基板21を透過する際に、基板21に含まれる遷移元素(発光センター)により赤、緑または青の何れかの色の可視光33に変えられ、基板21の反対面および側面から出射する。この発光素子20は、基板21の可視光出射面(LED部22の反対面)を上向きにしてランプなどに組み込まれ、従来のLEDと同様の発光素子として使用可能である。また、赤、緑および青の各色を組み合わせて配置し、カラー表示用ディスプレイを構成しても良い。さらに、同一基板に赤、緑および青の各色の発光部分を多数形成し、カラー表示用ディスプレイを構成しても良い。

【0024】図4は本発明の発光素子の第3の実施形態を示すものであり、この発光素子20は前記第2の実施形態と同じ構成要素を備え、基板21のLED部22の反対面に、金属からなる反射層31を形成したことを特徴としている。この反射層31は、基板21を透過して出射される可視光に対して反射率の高い金属、例えばAg、Al、Niなどの金属薄膜を用いて良い。

【0025】この実施形態による発光素子20は、先の第2の実施形態と同じく、p金属電極29とn金属電極30との間に電流を流すことでLED部22から紫外光32を基板21側に発し、この紫外光32が基板21を透過する際に基板21に含まれる遷移元素(発光センター)により赤、緑または青の何れかの色の可視光33に変えられて出射する。この場合には、基板21のLED部22の反対面に反射層31を形成したことによって、基板21の側面から可視光33が出射する。

【0026】

【実施例】図3に示す構成のLEDを試作した。

#### ①赤色用LED

基板として、Crを1重量%添加したサファイア基板を用い、この基板上に、AlNからなるバッファ層、n型GaN層、n型AlGaN層( $Al_{0.2}Ga_{0.8}N$ )、GaN発光層、p型AlGaN層( $Al_{0.2}Ga_{0.8}N$ )、p型GaN層を順にMOCVD法を用いて積層形成し、かつp型GaN層上にp電極を、n型GaN層を露出させた部分にn電極をそれぞれ形成して赤色用LEDを作製した。作製したLEDのp、n電極間に20mAの直流電流を流した(駆動電圧20V)。その結果、基板の反対面より赤色光の出射が目視により認められた。

#### 【0027】②緑色用LED

基板として、 $Ce^{3+}$ を0.3%添加したサファイア基板を用いた以外は、前記赤色LEDと同じ構成の緑色用LED



EDを作製した。作製した緑色用LEDに前記と同様に直流電流を流した。その結果、基板の反対面より緑色光の出射が目視により認められた。

#### 【0028】③青色用LED

基板として、Prを約0.2%添加したLiYF<sub>4</sub>を用いた以外は、前記赤色用LEDと同じ構成の青色用LEDを作製した。作製した青色用LEDに前記と同様に直流電流を流した。その結果、基板の反対面より青色光の出射が目視により認められた。

#### 【0029】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明の発光素子は、基板上に、該基板に光を入射する半導体発光素子が形成され、該基板が、該半導体発光素子から発せられた光の波長を変換して出射する材料からなる構成としたので、半導体発光素子が可視光ではなく、従来は実用に供し得なかった紫外光を発するものであっても使用可能となり、高輝度の可視光を出射可能である。従って、所望の波長の光を得るために発光層のドーパ元素量を極めて精密に調整して発光素子を製造する必要がなくなり、製造が容易な半導体発光素子を用いることによって、発光素子の製造コストの削減と歩留りの向上を図ることができる。また、この発光素子では、同じ構造の半導体発光素子を用い、基板の発光センター元素を代えることで赤、緑、青の何れかの色の可視光を発する発光素子を得ることができ、赤、緑、青の各色の発光素子を同じ製造プロセスによって容易に製造できるとともに、赤、緑、青の各色の発光素子の発光出力や輝度の調整が容易にでき、これら各色の発光素子を多数配置してカラー表示を行う場合に、各色のバランスが良好な高品質の画像を表示可能な表示装置を得ることができる。さらに、少なくとも1種の遷移元素を添加したサファイア、少なくとも1種の遷移元素を添加したYAGまたはGGG、少なくとも1種の遷移元素を添加したベリル、少なくとも1種の遷移元素を添加した炭化ケイ素、少なくとも1種の遷移元素を添加したスピネル、少なくとも1種の遷移元素を添加したLiYF<sub>4</sub>、少なくとも1種の遷移元素を添加したマグネシア、遷移元素添加ガラスからなる群より選択される少なくとも1種を基板とすれば、半導体発光素子を基板上にMOCVD法などで形成しかつ熱処理を行うことが可能となり、またこれら材料は、紫外光および可視光の透過率が高いので、紫外光から可視光の変換時の損失を少なくすることができる。またCr、Fe、Ti、V、Cu、希土類元素からなる群より選択される少なくとも1種の元素を含むサファイア基板を用いることによって、この基板上に、Ga<sub>1-x</sub>N、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N

(ただし、 $x \leq 0.4$ )、In<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>N (ただし、 $y \leq 0.1$ )、ZnS、ダイヤモンドなどの発光層を備えた半導体発光素子を良好な状態で形成可能である。また、発光素子が、半導体発光素子から発せられた光によって、少なくとも赤、緑及び青のいずれかの色を発光する部分を設けたことによって、カラー表示用発光素子として使用可能となる。また、この発光素子を人体に有害な紫外光を放出している発光素子に動作モニター用パイロットランプなどの紫外光発生モニター用ランプとしての応用も可能となる。さらに、同一基板に、前記半導体発光素子と該半導体発光素子から発せられた光によって赤、緑及び青のいずれかの色を発光する基板部分とからなる発光ユニットを多数形成することによって、カラー表示用ディスプレイを構成することが可能である。また本発明の発光素子は、EL素子、LED、LDの各半導体素子に適用が可能であり、高輝度の可視光を出射する発光素子をことのできる、薄型で機械強度が高く、長寿命の発光素子を提供することができる。また、本発明の発光素子は、紫外光を発するEL素子やLEDを使用することができ、従来は可視光が得られずに実用化が進まなかった紫外光発光素子の実用化を図ることが可能となった。また、半導体発光素子として、Ga<sub>1-x</sub>N、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N (ただし、 $x \leq 0.4$ )、In<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>N (ただし、 $y \leq 0.1$ )、ZnS、ダイヤモンドなどの紫外光を発光可能な発光層を備えたLEDを使用することによって、低コストのLEDを提供することができる。さらに、本発明の発光素子において、基板の半導体発光素子と反対側の面に、反射層を設けた構成として良く、このような反射層を設けることによって、基板から出射される可視光を基板側面のみから出射させることができ、出射光の指向性を高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の発光素子の概略構成図である。

【図2】 本発明の発光素子の第1の実施形態を示す側面図である。

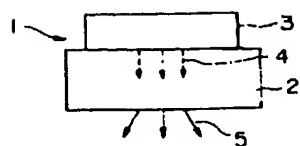
【図3】 本発明の発光素子の第2の実施形態を示す側面図である。

【図4】 本発明の発光素子の第3の実施形態を示す側面図である。

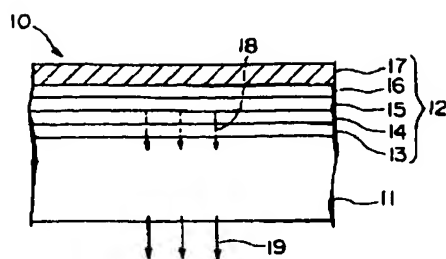
#### 【符号の説明】

- 1, 10, 20……発光素子
- 2, 11, 21……基板
- 3……半導体発光素子
- 12……EL素子部
- 22……LED部

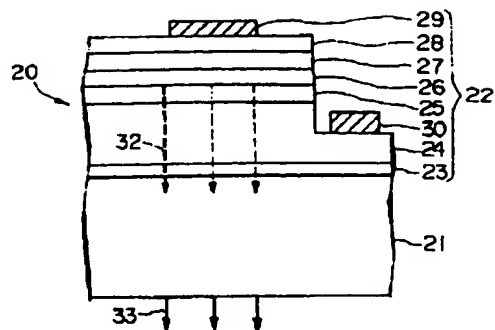
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

